

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. August 2005 (18.08.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/075166 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B28B 1/087**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/001183

(22) Internationales Anmeldedatum:
4. Februar 2005 (04.02.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 005 922.5 6. Februar 2004 (06.02.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **WACKER CONSTRUCTION EQUIPMENT AG**
[DE/DE]; Preussenstrasse 41, 80809 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHULZE, Richard**
[DE/DE]; Werner-Friedmann-Bogen 7, 80993 München
(DE). **MUTH, Holger** [DE/DE]; Veilchenweg 2, 85551
Kirchheim-Heimstetten (DE).

(74) Anwalt: **HOFFMANN, Jörg, Peter**; Müller . Hoffman &
Partner, Innere Wiener Strasse 17, 81667 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,
PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver-
öffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: DEVICE FOR COMPRESSING CONCRETE DURING THE MANUFACTURE OF CONCRETE PARTS

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUM VERDICHTEN VON BETON BEI DER FERTIGUNG VON BETONTEILEN

(57) Abstract: The invention relates to a device for compressing concrete during the manufacture of concrete parts. Said device comprises a supporting structure (1), a formwork device (2) which is maintained by the supporting structure (1) and a vibration decoupling device (3) which is arranged between the supporting structure (1) and formwork device (2). The vibrations required to compress concrete are produced by a vibration device (4) acting directly upon the formwork device (2). In order to reduce noise emission, the mass of the supporting structure (1) is selected in such a way that the intrinsic frequency of a system consisting of the supporting structure (1) and vibration decoupling device (3) is lower than the excitation frequency of the vibration device (4). Preferably, the formwork device (2), vibration decoupling device (3), vibrators (4) and all electrical feed lines (8) and connections (10) are premounted, forming a module which can then be mounted on the supporting structure (1).

(57) Zusammenfassung: Eine Vorrichtung zum Verdichten von Beton bei der Fertigung von Betonteilen weist eine Tragstruktur (1), eine von der Tragstruktur (1) gehaltene Schalungseinrichtung (2) und eine zwischen der Tragstruktur (1) und der Schalungseinrichtung (2) vorgesehene Schwingungsentkopplungseinrichtung (3) auf. Die für die Betonverdichtung erforderlichen Schwingungen werden durch direkt auf die Schalungseinrichtung (2) wirkende Schwingungserreger (4) erzeugt. Zur Reduzierung der Lärmemission wird die Masse der Tragstruktur (1) derart gewählt, dass die Eigenfrequenz eines aus der Tragstruktur (1) und der Schwingungsentkopplungseinrichtung (3) bestehenden Systems kleiner ist als die Erregerfrequenz des Schwingungserregers (4). Vorteilhafterweise werden die Schalungseinrichtung (2), die Schwingungsentkopplungseinrichtung (3), die Schwingungserreger (4) sowie sämtliche elektrischen Zuleitungen (8) und Anschlüsse (10) zu einem Modul vormontiert, das anschließend auf die Tragstruktur (1) aufgesetzt werden kann.



WO 2005/075166 A2

- 1 -

1 **Vorrichtung zum Verdichten von Beton**
 bei der Fertigung von Betonteilen

Die Erfindung betrifft gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1 eine
5 Vorrichtung zum Verdichten von Beton bei der Fertigung von Betonteilen.
Weiterhin betrifft die Erfindung gemäß Patentanspruch 10 ein Modul zum
Einbau in eine derartige Vorrichtung.

Bei der Herstellung von Betonfertigteilen werden die Schalungselemente in
10 den Betonwerken üblicherweise auf Rütteltischen angeordnet, die der Ver-
dichtung des zwecks Formgebung unter Verwendung der Schalungselemente
vergossenen Betons dienen. Ein solcher Rütteltisch besteht üblicherweise
aus einer Tragstruktur aus Stahlträgern und einer als Tischplatte bzw.
Schalungshaut dienenden Stahl-, Holz- oder Kunststoffplatte (Schalungsein-
15 richtung), die von der Tragstruktur gehalten wird. Die Rütteltische sind mit
einer Erregereinrichtung in Form von mehreren, über die Tragstruktur ver-
teilt angeordneten Schwingungserregern, insbesondere Außenrüttlern, aus-
gestattet, die die aus den Stahlträgern bestehende Tragstruktur und damit
auch die Schalungseinrichtung in Schwingung versetzen können. Nach dem
20 Aufbau der weiteren Schalungselemente auf der Rütteltischplatte und dem
Vergießen des Frischbetons in die Schalungselemente sowie in die in diese
häufig eingefügten Armierungen werden die Schwingungserreger in Gang ge-
setzt, wodurch sich komplexe Schwingungsformen in der Tragstruktur und
insbesondere in der Rütteltischplatte ausbilden, die in der Folge zu einer
25 Verdichtung des Betons führen. Die die Rütteltischplatte unterstützende
Tragstruktur wird durch die dort angebrachten Außenrüttler ebenso ange-
regt wie die Tischplatte. In der Folge kommt es zu Prellschlägen zwischen
Teilen der Tragstruktur sowie zu einer komplexen Schallübertragung und -
ausbreitung in der Luft, die zu einer erheblichen Beeinträchtigung der Ar-
30 beitsbedingungen für die Arbeitskräfte führen kann.

Um insbesondere den hohen Schallpegel in Betonfertigteil-Werken bei Ein-
satz der mit Außenrüttlern betriebenen Rütteltische herabzusetzen, ist es
aus der DE 196 31 516 A1 bekannt, die Schwingungserreger, nämlich die
35 Außenrüttler, direkt an der eigentlichen Schalung, also an der Tischoberflä-
che anzubringen. Die Schalung ist durch eine Schwingungsentkopplungsein-
richtung, nämlich elastische Bauelemente, wie z. B. Federn, Gummielemente

- 2 -

1 oder eine Schaumstoffschicht, von der sie tragenden Tragstruktur entkop-
pelt. Dadurch wird die erforderliche Vibrationsenergie reduziert, und die Vi-
brationen der Tragstruktur werden vermindert. Das Ergebnis ist eine deut-
lich reduzierte Lärmemission der Vorrichtung bei der Betonverdichtung.

5

Die Tragstruktur wird üblicherweise aus mehreren Stahlträgern zusammen-
gebaut, auf die anschließend die Schwingungsentkopplungseinrichtung und
schließlich die Schalungseinrichtung befestigt wird. Dies erfordert vor Ort
bei der Montage der Vorrichtung einen nicht unerheblichen Aufwand.

10

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine aus dem Stand der Technik
bekannte Vorrichtung zum Verdichten von Beton bei der Fertigung von Be-
tonteilen hinsichtlich der Lärmemission und des Montageaufwands zu ver-
bessern.

15

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch
1 sowie ein Modul zum Einbau in eine derartige Vorrichtung gemäß An-
spruch 10 gelöst. Vorteilhafte Weiterentwicklungen der Erfindung sind in
den abhängigen Ansprüche definiert.

20

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Verdichten von Beton bei der Ferti-
gung von Betonteilen weist eine Tragstruktur, eine von der Tragstruktur ge-
haltene Schalungseinrichtung sowie eine zwischen der Tragstruktur und der
Schalungseinrichtung vorgesehene Schwingungsentkopplungseinrichtung
25 auf. Wenigstens ein Schwingungserreger, z. B. ein Außenrüttler, ist derart
vorgesehen, dass er direkt auf die Schalungseinrichtung wirkt. Die Vorrich-
tung ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Erregerfrequenz des Schwin-
gungserregers nicht im Bereich einer Eigenfrequenz eines aus der
Tragstruktur und der Schwingungsentkopplungseinrichtung bestehenden
30 Systems liegt.

Im Allgemeinen sind die Tragstrukturen bei derartigen Vorrichtungen zur
Betonverdichtung hinsichtlich der Erregerfrequenz der Schwingungserreger
biegeweich. Es hat sich herausgestellt, dass die Tragstruktur trotz des Ein-
satzes der Schwingungsentkopplungseinrichtung (z. B. mit Federelementen
35 oder einer Schaumstoffschicht) zur Entkopplung der angeregten Schalungs-
einrichtung zu Schwingungen angeregt wird, wenn sie Eigenfrequenzen (Re-

1 sonanzfrequenzen) im Bereich der Anregungsfrequenz des Schwingungserre-
gers aufweist. Die Folge sind unerwünschte Lärmemissionen. Dadurch, dass
angestrebt wird, die Erregerfrequenz des Schwingungserregers und die Ei-
genfrequenz des aus der Tragstruktur und der Schwingungsentkopplungs-
5 einrichtung bestehenden Systems zu trennen, kann eine derartige Wechsel-
wirkung vermieden werden.

Dazu wird zunächst eine für die Betonverdichtung als vorteilhaft anerkannte
Erregerfrequenz für den Schwingungserreger ausgewählt. Die Tragstruktur
10 muss dann derart gestaltet werden, dass ihre sich aus der Masse der
Tragstruktur und der Federsteifigkeit der Schwingungsentkopplungseinrich-
tung ergebende Eigenfrequenz möglichst weit von der Erregerfrequenz ent-
fernt liegt.

15 Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Erregerfrequenz größer ist als die Ei-
genfrequenz des aus der Tragstruktur und der Schwingungsentkopplungs-
einrichtung bestehenden Systems. Insbesondere sollte die Erregerfrequenz
wenigstens doppelt so groß sein wie die Eigenfrequenz, um eine ausreichen-
de Entkopplung sicherzustellen.

20 Der der Erfindung zugrunde liegende Gedanke besteht darin, den Verstär-
kungsfaktor des Gesamtsystems, d. h. das Verhältnis aus Ausgangsamplitu-
de (Schwingungsamplitude der Tragstruktur) und Eingangsamplitude (Erre-
geramplitude, Schwingungsamplitude der Schalungseinrichtung), so niedrig
25 wie möglich zu halten. Wenn die Erregerfrequenz deutlich höher liegt als die
Eigenfrequenz der Tragstruktur geht der Verstärkungsfaktor gegen Null, d.
h., dass die Tragstruktur mechanisch entkoppelt ist. In dem Maße, wie die
Tragstruktur von der Schwingungserregung entkoppelt ist und somit nicht
mitschwingt, reduziert sich auch die Lärmemission.

30 Um eine ausreichende Entkopplung durch Trennung der Erregerfrequenz
von der Eigenfrequenz zu erhalten, ist es besonders vorteilhaft, wenn die
Tragstruktur mit einer größtmöglichen Masse ausgestattet wird. Je größer
die Masse der Tragstruktur ist, desto niedriger ist ihre Eigenfrequenz. Unter
35 "größtmöglicher Masse" ist somit eine Masse zu verstehen, die der Fach-
mann aufgrund der örtlichen Gegebenheiten, des Bau- und Kostenaufwands
sowie der Größe der Schalungseinrichtung für vertretbar hält. In jedem Fall

- 4 -

1 sollte versucht werden, die Masse der Tragstruktur unter Ausnutzung der
Randbedingungen so groß wie möglich zu wählen. Da die Erregerfrequenz -
wie oben dargelegt - im Wesentlichen durch die gewünschte Betonverdich-
tung festgelegt ist, kann die Erregerfrequenz kaum verändert werden. Somit
5 ist also vor allem eine Änderung der Eigenfrequenz der Tragstruktur anzu-
streben.

Um die Tragstruktur mit einer entsprechend großen Masse ausstatten zu
können, ist es besonders vorteilhaft, wenn die Tragstruktur im Wesentlichen
10 durch einen Betonsockel gebildet wird. Der Beton ist nicht nur schwer, son-
dern im Verhältnis zu seiner Masse auch relativ preiswert. Es ist somit ein-
fach möglich, die Tragstruktur mit einer ausreichenden Masse zu versehen.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die
15 Tragstruktur von dem sie tragenden Boden schwingungsmäßig entkoppelt.
Zum Beispiel kann zwischen der Tragstruktur und dem Boden eine weiche
Zwischenschicht vorgesehen sein. Auf diese Weise ist es möglich, die
Tragstruktur von den umgebenden Gebäudestrukturen, z. B. dem Boden,
den Wänden und den Fundamenten, zu entkoppeln. Eine zusätzliche Lärm-
20 reduzierung ist dadurch möglich.

Ein erfindungsgemäßes Modul zum Einbau in eine Vorrichtung zum Ver-
dichten von Beton bei der Fertigung von Betonteilen ist in Anspruch 10 defi-
niert.
25

Das Modul weist eine Schalungseinrichtung, eine an der Schalungseinrich-
tung befestigte Schwingungsentkopplungseinrichtung und wenigstens einen
an der Schalungseinrichtung befestigten Schwingungserreger auf.

30 Während beim Stand der Technik, z. B. bei der Vorrichtung aus der DE 196
31 516 A1, die Schalungseinrichtung in Form einer viskoelastischen Zwi-
schenschicht lediglich zwischen der Schalungseinrichtung (Schalungshaut)
und der Tragstruktur eingelegt ist, ist bei dem erfindungsgemäßen Modul
die Schwingungsentkopplungseinrichtung an der Schalungseinrichtung be-
35 festigt. Somit ist es möglich, das gesamte Modul im Herstellerwerk komplett
vorzumontieren, also insbesondere auch außer der Schwingungsentkopp-
lungseinrichtung bereits die Schwingungserreger an der Schalungseinrich-

1 tung zu befestigen. Auf diese Weise kann der Aufwand bei der Endmontage
im Betonfertigteile-Werk erheblich reduziert werden.

5 Vorzugsweise sind auch die elektrischen Zuleitungen für die Schwingungser-
reger bereits vollständig an der Schalungseinrichtung befestigt. Die Zulei-
tungen können z. B. zwischen der Schwingungsentkopplungseinrichtung
und der Schalungseinrichtung verlaufen und somit durch die Schwingungs-
entkopplungseinrichtung an der Schalungseinrichtung gehalten werden.

10 Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Schwingungsentkopplungseinrichtung
eine Schaumstoffschicht aufweist und die elektrischen Zuleitungen inner-
halb der Schaumstoffschicht verlaufen. Die Zuleitungen sind dann schwin-
gungsmäßig von der Schalungseinrichtung entkoppelt, obwohl sie von dieser
getragen werden.

15 Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist eine elektrische
Anschlusseinrichtung an der Schalungseinrichtung befestigt, so dass die
elektrischen Zuleitungen mit einem elektrischen Versorgungsnetz, z. B. ei-
nem in Betonfertigteile-Werken zur Verfügung stehenden 250 V- oder 42-
20 Volt-Netz, gekoppelt werden können. Dazu ist es zweckmäßig, wenn an der
Anschlusseinrichtung ein zentraler Steckverbinder vorgesehen ist, um die
Anschlusseinrichtung mit dem Versorgungsnetz zu koppeln. Bestandteil des
Versorgungsnetzes kann auch ein mobiles Stromversorgungsgerät, z. B. ein
fahrbarer Frequenzumformer sein.

25 Auch die elektrische Anschlusseinrichtung sollte von der Schalungseinrich-
tung schwingungsmäßig entkoppelt sein, um eine unnötig hohe mechani-
sche Beanspruchung zu vermeiden.

30 Das erfindungsgemäße Modul kann somit einschließlich der elektrischen
Ausstattung vollständig im Herstellerwerk montiert werden. Beim Empfän-
ger, d. h. im Betonfertigteile-Werk, muss das Modul dann lediglich auf eine
dort vorhandene Tragstruktur, z. B. einen Betonsockel aufgesetzt werden.
Die einzige elektrische Anschlussarbeit besteht vor Ort dann darin, dass der
35 zentrale Steckverbinder mit dem Versorgungsnetz durch einfaches Einstek-
ken in eine Steckdose angeschlossen wird. Das erfindungsgemäße Modul er-
möglicht somit eine so genannte "Plug-and-Play-Lösung", mit der die Monta-

1 gekosten vor Ort des Abnehmers erheblich vermindert werden können.

Diese und weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung werden nachfolgend anhand eines Beispiels unter Zuhilfenahme der Figur näher erläutert. Die
5 **einzigste Figur** zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Verdichten von Beton in drei schematischen Teilschnitten a) bis c).

Die erfindungsgemäße Vorrichtung wird in der Praxis oft auch als Rütteltisch bezeichnet. Auf dem Rütteltisch können in der Figur nicht gezeigte
10 Schalungselemente aufgebaut werden, die zur Formgebung des zu fertigenden Betonteils dienen. Die Schalungselemente sind in bekannter Weise beliebig zu kombinieren, so dass sich an dieser Stelle eine nähere Beschreibung erübrigt.

15 Bestandteil des Rütteltisches ist eine Tragstruktur 1, die eine Schalungseinrichtung 2 hält. Als Schalungseinrichtung 2 ist hier die Tischoberfläche oder Tischplatte bzw. Schalungshaut anzusehen, die somit auch Bestandteil der Gesamtschalung (bestehend aus Tischplatte/Schalungseinrichtung 2 und den oben beschriebenen weiteren Schalungselementen) ist. Oberhalb der
20 Schalungseinrichtung 2 wird der frische Beton eingefüllt.

Zwischen der Schalungseinrichtung 2 und der Tragstruktur 1 ist eine als Schwingungsentkopplungseinrichtung dienende Schaumstoffschicht 3 vorgesehen. Die Schaumstoffschicht 3 stellt vorzugsweise eine viskoelastische
25 Schicht dar, die z. B. auch aus einem Gradientenwerkstoff bestehen kann, welcher auf der einen, der Schalungseinrichtung 2 zugewandten Seite relativ weichelastisch ist, um die Ausbreitung von Schwingungen in der Schalungseinrichtung 2 zu begünstigen, und der auf der anderen, der Tragstruktur 1 zugewandten Seite demgegenüber dämpfende und plastische Eigenschaften
30 aufweist, um die Körperschall-Übertragung auf die Tragstruktur 1 weitgehend zu vermeiden. Grundsätzlich eignen sich aber für die Schwingungsentkopplungseinrichtung auch zahlreiche andere Materialien, die eine Schwingungsentkopplung ermöglichen. Darüber hinaus ist es nicht erforderlich, dass die Schwingungsentkopplungseinrichtung in Form der Schaumstoffschicht 3 ausgestaltet ist. Stattdessen können z. B. auch einzelne Gummielemente oder Federelemente verwendet werden.
35

- 7 -

1 Die Schaumstoffschicht 3 kann zwischen die Tragstruktur 1 und die Schalungseinrichtung 2 lediglich eingelegt werden. Besonders vorteilhaft ist es jedoch, wenn die Schaumstoffschicht 3 an der Unterseite der Schalungseinrichtung 2 festgeklebt wird. Dies ermöglicht eine Vormontage bereits im
5 Werk des Herstellers der Vorrichtung, so dass der Aufwand bei der Endmontage im Betonfertigteil-Werk reduziert wird.

An der Schalungseinrichtung 2 sind auf der der Betonseite abgewandten Seite wenigstens ein, vorzugsweise aber mehrere Schwingungserreger 4 angebracht. Bei den Schwingungserregern 4 handelt es sich vorzugsweise um
10 an sich bekannte Außenrüttler, deren Aufbau und Wirkungsweise daher an dieser Stelle nicht weiter erörtert werden muss.

Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, die Tragstruktur als Statikstruktur aus Stahlträgern zusammenzubauen. Bei der in der Figur gezeigten Ausführungsform der Erfindung jedoch ist die Tragstruktur 1 als massiver Betonsockel ausgeführt. Stahlträger sind dementsprechend nicht vorhanden. Der Betonsockel kann vor Ort im Betonfertigteil-Werk hergestellt werden, weil der für die Herstellung erforderliche Frischbeton bereits im Betonfertigteil-Werk vorhanden ist, so dass sich ein Transport des Betonsockels oder
20 des Betons erübrigt. Somit können die Kosten des Gesamtsystems spürbar reduziert werden.

Die Tragstruktur 1 steht auf einem Boden 5 des Gebäudes, in dem die Vorrichtung aufgebaut wird. Zur zusätzlichen Schwingungsentkopplung ist zwischen der Tragstruktur 1 und dem Boden 5 eine Schwingungsentkopplungsschicht 6 vorgesehen. Hierbei kann es sich ebenfalls um eine Schaumstoffschicht oder um eine Gummischicht handeln, die dazu dient, eine Übertragung der in der Tragstruktur 1 vorhandenen Schwingungen auf den Boden 5
30 und damit in die Gebäudeumgebung zu vermeiden. Anstelle der Schwingungsentkopplungsschicht 6 können auch entsprechende Federfundamente verwendet werden, mit denen eine Schwingungsentkopplung zwischen der Tragstruktur 1 und dem Boden 5 nahezu vollständig möglich ist.

35 Auf der Oberseite der Tragstruktur 1 sind Ausnehmungen 7 vorgesehen, in die die Schwingungserreger 4 eingesetzt werden können. Damit sind die Schwingungserreger 4 hermetisch von der Umwelt abgeschlossen, so dass

1 der von ihnen ausgehende Lärm nicht an die Umgebung abstrahlen kann.
Gegebenenfalls muss eine Lüftung oder Kühlung der Antriebe der Schwin-
gungserreger 4 sichergestellt werden.

5 Die von den Schwingungserregern 4 zu erzeugende Erregerfrequenz wird
aufgrund der gewünschten Betonverdichtung voreingestellt. Häufig sind die
Erregerantriebe bereits so ausgelegt, dass sie automatisch eine geeignete
Drehzahl und damit Erregerfrequenz erreichen. Die Erregerfrequenz ist übli-
cherweise auch während des Betriebs der Vorrichtung änderbar und liegt
10 üblicherweise zwischen 85 und 100 Hz.

Um eine schwingungsmäßige Entkopplung der Tragstruktur 1 von der erreg-
ten Schwingung der Schalungseinrichtung 2 zu erreichen, ist es erfindungs-
gemäß anzustreben, dass die Eigenfrequenz eines aus der Tragstruktur 1
15 und der Schaumstoffschicht 3 bestehenden Systems nicht mit der Erreger-
frequenz der Schwingungserreger 4 zusammenfällt. Vielmehr sollte die Erre-
gerfrequenz deutlich größer als die Eigenfrequenz sein, wobei das Verhältnis
zwischen Erregerfrequenz und Eigenfrequenz über einem Wert von 2,0 liegen
sollte.

20 Um die sich daraus ergebende Eigenfrequenz der Tragstruktur 1 zu errei-
chen, ist es erforderlich, die Tragstruktur 1 mit einer entsprechend hohen
Masse auszustatten. Die Eigenfrequenz nimmt nämlich mit zunehmender
Masse ab. Sie bestimmt sich durch die Wurzel aus dem Quotienten aus der
25 Federsteifigkeit der Schaumstoffschicht 3 und der Masse der Tragstruktur 1.
Die Tragstruktur 1, d. h. insbesondere deren Masse, wird somit so ausge-
legt, dass die sich ergebenden Eigenfrequenzen des Gesamtsystems aus
Tragstruktur und Schwingungsentkopplungseinrichtung (Schaumstoff-
schicht 3) so weit unter der Erregerfrequenz liegen, dass eine gute mechani-
30 sche Entkopplung, d. h. ein geringer Verstärkungsfaktor gegeben ist und die
Schallemission der gesamten Vorrichtung dadurch stark reduziert wird. In
der Praxis war es möglich, eine Masse für den Betonsockel der Tragstruktur
1 zu erreichen, die eine Eigenfrequenz von 27 Hz gewährt. Dazu wurde eine
spezifische Masse für den Betonsockel der Tragstruktur 1 von etwa 900 kg/
35 m² realisiert. Somit liegt das Verhältnis von Erregerfrequenz zu Eigenfre-
quenz bei diesem Beispiel bei 3,7, also somit deutlich über dem geforderten
Wert von 2,0.

1 In dem Teilschnitt b) der Figur wird ein Schnitt durch die Vorrichtung ge-
zeigt, in dem elektrische Zuleitungen 8 zu erkennen sind. Die elektrischen
Zuleitungen 8 dienen zur elektrischen Versorgung der Schwingungserreger
4. Sie werden direkt in der Schaumstoffschicht 3 geführt und sind somit mit
5 Hilfe der Schaumstoffschicht 3 an der Schalungseinrichtung 2 befestigt.

Die elektrischen Zuleitungen 8 können auch direkt an der Schalungseinrich-
tung 2 angebracht werden. Jedoch wird die Lärmreduzierung verbessert,
wenn die Zuleitungen 8 in der Schaumstoffschicht 3 eingebettet sind. Da-
10 durch, dass die elektrischen Zuleitungen 8 innerhalb der Schaumstoff-
schicht 3 verlegt sind, können sie keine klappernden Geräusche verursa-
chen. Zusätzliche Kabel-Durchführungen in der Tragstruktur 1 oder Kabel-
befestigungen sind nicht erforderlich.

15 Zur leichteren Montage ist die Schaumstoffschicht 3 an den entsprechenden
Stellen mit Schlitz 9 versehen, in die die elektrischen Zuleitungen 8 einge-
drückt werden können. Die Zuleitungen 8 sind dann durch Kraft- und/oder
Formschluss in der sich an die Schlitz 9 anschließenden Nut fixiert.

20 Spätestens mit dem Aufsetzen der Schalungseinrichtung 2 auf die
Tragstruktur 1 sind auch die elektrischen Zuleitungen 8 fixiert und können
nicht mehr aus den Schlitz 9 herausfallen.

An einer Stelle der Vorrichtung ist eine elektrische Anschlusseinrichtung in
25 Form eines Anschlusskastens 10 an der Schalungseinrichtung 2 befestigt
(Teilschnitt c) in der Figur). Um eine schwingungsmäßige Entkopplung zu
gewährleisten, sind Gummielemente 11 zwischen dem Anschlusskasten 10
und der Schalungseinrichtung 2 vorgesehen.

30 Von dem Anschlusskasten 10 gehen sämtliche elektrischen Zuleitungen 8
für die diversen Schwingungserreger 4 ab, wobei die Zuleitungen 8 in der
oben anhand von Teilschnitt b) erläuterten Weise geführt werden.

An dem Anschlusskasten 10 ist ein zentraler Steckverbinder 12 vorgesehen,
35 an dem die gesamte Vorrichtung an ein in dem Betonfertigteil-Werk vorhan-
denes stationäres Versorgungsnetz angeschlossen werden kann. Anstelle des
Steckverbinders 12 sind selbstverständlich auch andere bekannte An-

- 10 -

1 schlussmöglichkeiten geeignet. Alternativ zu dem Versorgungsnetz kann der Steckverbinder 12 auch an ein mobiles Stromversorgungsgerät, z. B. an einen verfahrbaren Frequenzumformer angeschlossen werden.

5 Um genügend Platz für den Anschlusskasten 10 zu schaffen, ist in der Tragstruktur 1 eine weitere Ausnehmung 13 vorgesehen.

Erhebliche Teile der Vorrichtung sind in Form eines Moduls bereits vormontiert, wenn sie in dem Betonfertigteil-Werk angeliefert werden. Dazu sind bereits die Schwingungserreger 4 zusammen mit der Schaumstoffschicht 3 an der Schalungseinrichtung 2 befestigt. Die Schwingungserreger 4 sind über die Zuleitungen 8 vollständig elektrisch angeschlossen und mit dem Anschlusskasten 10 verbunden, der ebenfalls bereits über die Gummielemente 11 an der Schalungseinrichtung 2 befestigt ist. Das Modul bildet somit eine vollständig montierte, im Prinzip funktionsfähige Einheit.

Es ist somit mit Hilfe des Moduls möglich, nahezu die gesamte erfindungsgemäße Vorrichtung mechanisch und elektrisch vorzumontieren und in dem vormontierten Zustand beim Abnehmer, d. h. dem Betonfertigteil-Werk, anzuliefern. Dort muss das Modul lediglich noch auf die Tragstruktur 1 aufgesetzt werden, die vor Ort in besonders einfacher Weise aus Beton hergestellt worden ist. Nach dem Aufsetzen des Moduls auf die Tragstruktur 1 muss nur noch das Versorgungsnetz an dem zentralen Steckverbinder 12 angeschlossen werden. Der Montageaufwand beim Abnehmer kann somit auf ein Minimum reduziert werden. Mit Hilfe der Erfindung wird eine "Plug-and-Play"-Lösung bereitgestellt, die zu einer drastischen Reduktion des Aufwands bei der Installation und Inbetriebnahme des lärmarmen Rütteltisches geeignet ist.

30

35

1

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Verdichten von Beton bei der Fertigung von Betonteilen, mit

5

- einer Tragstruktur (1);
- einer von der Tragstruktur (1) gehaltenen Schalungseinrichtung (2);
- einer zwischen der Tragstruktur (1) und der Schalungseinrichtung (2) vorgesehenen Schwingungsentkopplungseinrichtung (3); und mit
- wenigstens einem direkt auf die Schalungseinrichtung (2) wirkenden Schwingungserreger (4);

10

dadurch gekennzeichnet, dass eine Erregerfrequenz des Schwingungserregers (4) nicht im Bereich einer Eigenfrequenz eines aus der Tragstruktur (1) und der Schwingungsentkopplungseinrichtung (3) bestehenden Systems liegt.

15

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Erregerfrequenz des Schwingungserregers (4) größer ist als die Eigenfrequenz des aus der Tragstruktur (1) und der Schwingungsentkopplungseinrichtung (3) bestehenden Systems.

20

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Erregerfrequenz wenigstens doppelt so groß ist wie die Eigenfrequenz.

25

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Tragstruktur (1) mit einer größtmöglichen Masse ausgestattet ist.

30

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Tragstruktur (1) im Wesentlichen durch einen Betonsockel gebildet wird.

35

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Tragstruktur (1) von einem sie tragenden Boden (5) schwingungsmäßig entkoppelt ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen der Tragstruktur (1) und dem Boden (5) eine wei-

- 12 -

1 che Schicht (6) vorgesehen ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Tragstruktur (1) Ausnehmungen (7) vorgesehen sind,
5 zur Aufnahme der Schwingungserreger (4).

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schwingungsentkopplungseinrichtung (3) an der Schalungseinrichtung (2) befestigt ist.
10

10. Modul zum Einbau in eine Vorrichtung zum Verdichten von Beton, mit
- einer Schalungseinrichtung (2);
- einer an der Schalungseinrichtung (2) befestigten Schwingungsentkopplungseinrichtung (3); und mit
15 - wenigstens einem an der Schalungseinrichtung (2) befestigten Schwingungserreger (4).

11. Modul nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass elektrische Zuleitungen (8) für den oder die Schwingungserreger (4) an der Schalungseinrichtung (2) befestigt sind.
20

12. Modul nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrischen Zuleitungen (8) zwischen der Schwingungsentkopplungseinrichtung (3) und der Schalungseinrichtung (2) verlaufen und durch die Schwingungsentkopplungseinrichtung (3) an der Schalungseinrichtung (2) gehalten werden.
25

13. Modul nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schwingungsentkopplungseinrichtung eine Schaumstoffschicht (3) aufweist, und dass die elektrischen Zuleitungen (8) innerhalb der Schaumstoffschicht (3) verlaufen.
30

14. Modul nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine elektrische Anschlusseinrichtung (10) an der Schalungseinrichtung (2) befestigt ist, zum Koppeln der elektrischen Zuleitungen (8) mit einem elektrischen Versorgungsnetz.
35

- 13 -

- 1 15. Modul nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der Anschlusseinrichtung (10) ein zentraler Steckverbinder (12) vorgesehen ist, zum Koppeln mit dem Versorgungsnetz.
- 5 16. Modul nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrischen Zuleitungen (8) zwischen der Anschlusseinrichtung (10) und dem Schwingungserreger (4) vollständig an der Schalungseinrichtung (2) befestigt sind.
- 10 17. Modul nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrische Anschlusseinrichtung (10) von der Schalungseinrichtung (2) schwingungsmäßig entkoppelt ist.
- 15 18. Vorrichtung zum Verdichten von Beton bei der Fertigung von Beton- teilen, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- ein Modul nach einem der Ansprüche 10 bis 17 vorgesehen ist, wobei die Schalungseinrichtung (2), die Schwingungsentkopplungseinrichtung (3) und der Schwingungserreger (4) vollständig zu dem Modul vormontiert sind; und dass
- 20 - das vormontierte Modul auf eine Tragstruktur (1) aufsetzbar ist.
19. Vorrichtung nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Tragstruktur (1) Ausnehmungen (7) vorgesehen sind, zur Aufnahme der Schwingungserreger (4).
- 25 20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- die Schalungseinrichtung (2), die Schwingungsentkopplungseinrichtung (3) und der Schwingungserreger (4) zu einem vormontierten Modul
- 30 nach einem der Ansprüche 10 bis 17 zusammengefasst sind;
- das Modul auf die Tragstruktur (1) aufsetzbar ist.
- 35

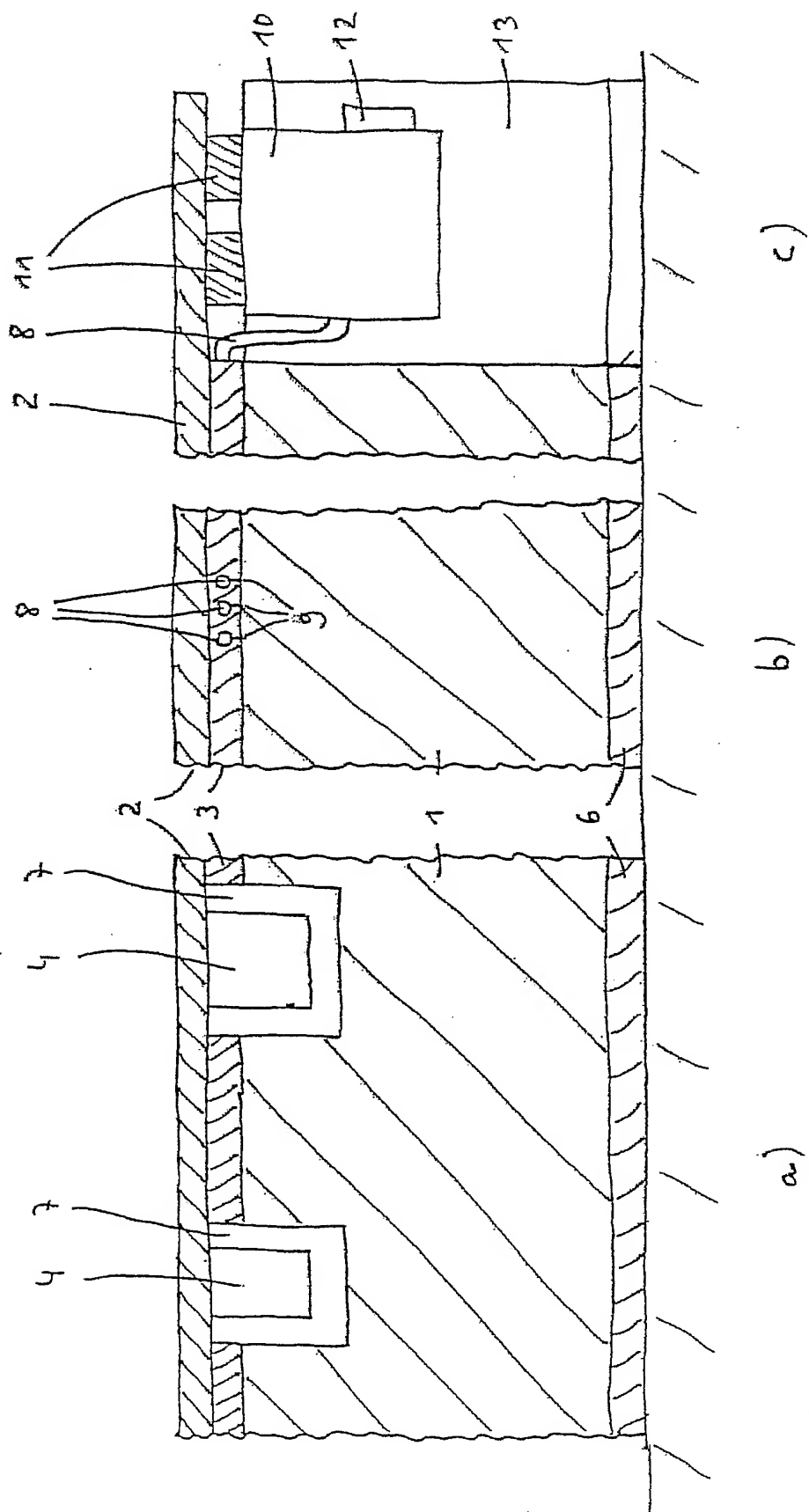


Fig. 1